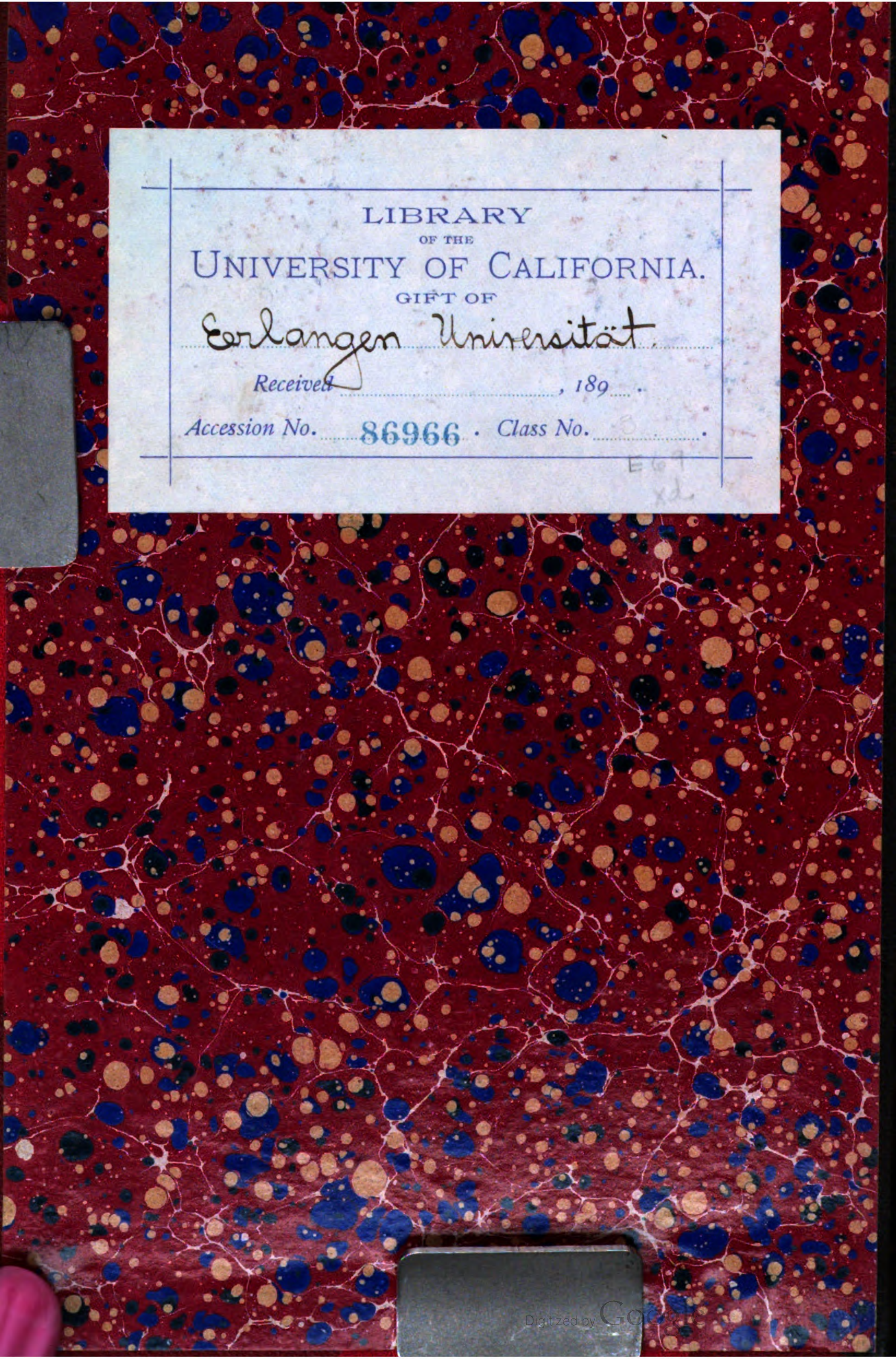
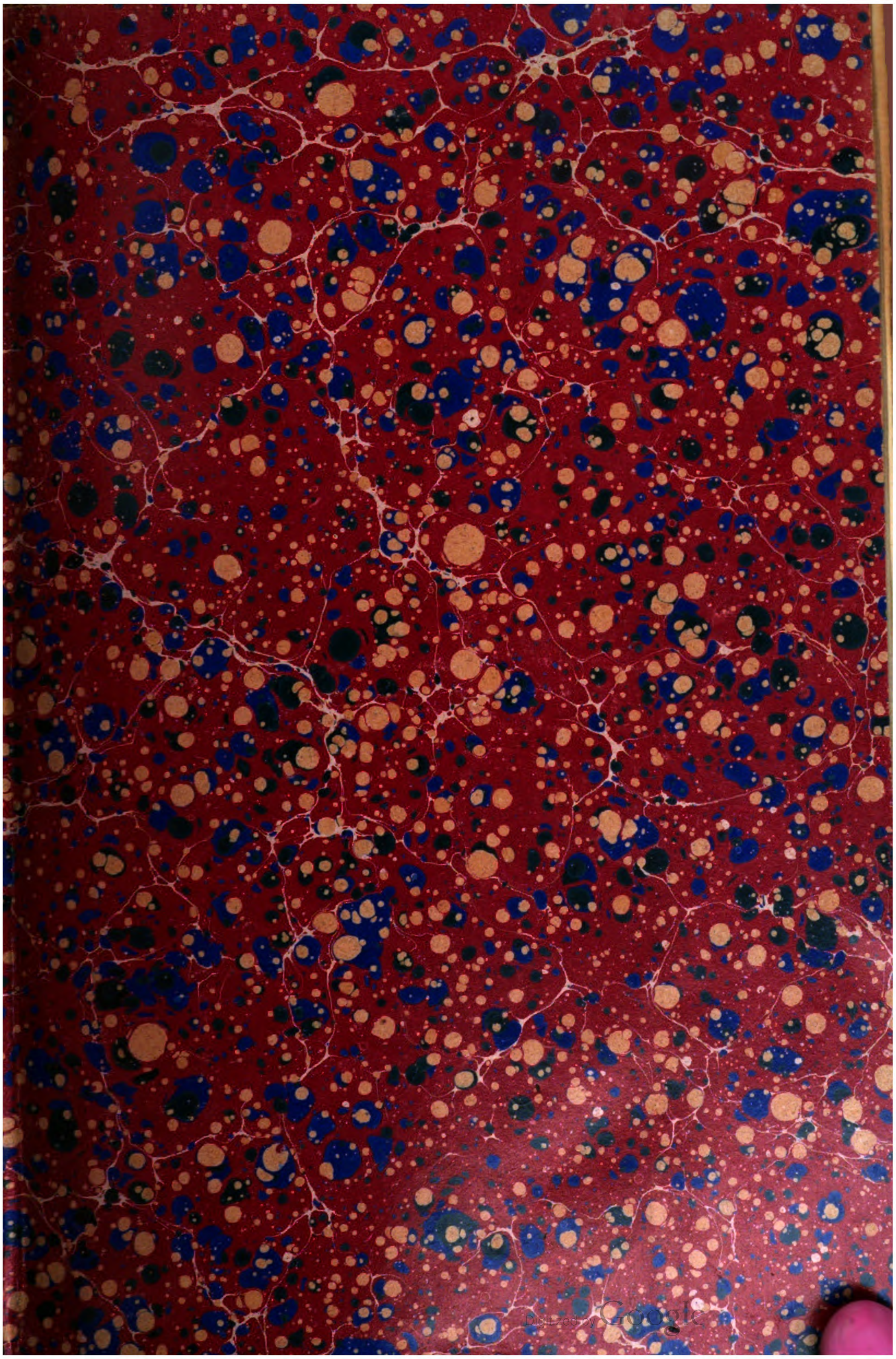


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
GIFT OF
Erlangen Universität
Received , 189 .
Accession No. 86966 . Class No.
Digitized by Google



Lichteinfluss auf Keimung und Entwicklung von Uredineen und Ustilagineen.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
hohen philosophischen Fakultät
der
Kgl. bayer. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen
vorgelegt von

Friedrich Zanzinger
aus Amberg.



Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1898.

München
Druck von Carl Aug. Seyfried & Comp.
Schillerstrasse 28 und Göthestrasse 25.
1898.

Lichteinfluss auf Keimung und Entwicklung von Uredineen und Ustilagineen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Kgl. bayer. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

vorgelegt von

Friedrich Zanzinger

aus Amberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1898.

München

Druck von Carl Aug. Seyfried & Comp.

Schillerstrasse 28 und Göthestrasse 25.

1898.



Gedruckt mit Genehmigung
der hohen philosophischen Fakultät Erlangen.

Dekan: Herr Professor Dr. Nöther.
Referent: Herr Professor Dr. Reess.



Seiner lieben Mutter

in

dankbarer Ergebenheit

gewidmet

vom

Verfasser.

Einleitung.

Wenn auch heute in Bezug auf das Wesen des Lichtes selbst noch nicht alle Erscheinungen mit wissenschaftlicher Genauigkeit festgestellt sind, und obgleich unser diesbezügliches Wissen zum Teil noch auf Theorien beruht, so ist uns doch der Einfluss des Lichtes auf die gesammte Natur in mannigfacher Richtung offenbart.

Wir wissen, dass das Licht kein bestimmter Stoff, sondern das Resultat minimaler Bewegungen ist.

Erst im vorigen Jahrhundert hat man die Einwirkung des Sonnenlichts auf Tiere, Pflanzen und Mineralien in physiologischer Hinsicht erforscht. Es hat sich gezeigt, dass sich nur unter dem Einfluss des Lichtes in den grünen Pflanzen ein Teil der atmosphärischen Kohlensäure bilden kann. Diese wieder ist ein überaus wichtiger Nährstoff, der von den chlorophyllhaltigen Teilen unter Abspaltung von Sauerstoff und Aufnahme von Kohlenstoff das Wachstum der Pflanzen wesentlich bedingt.

Man könnte daher wohl annehmen, dass für die chlorophyllfreien Pflanzen, die also nicht assimiliren können, wie die Saprophiten und Parasiten, das Licht ohne Einfluss wäre.

Um dies zu ergründen, ist schon viel über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze gearbeitet worden, allein die Resultate sind relativ gering geblieben. Sie waren der mannigfachsten und oft auch widersprechendsten Art. Dies mag wohl daher rühren, dass einesteils in Anbetracht der Mannigfaltigkeit der zu untersuchenden Objekte und der zu beantwortenden Fragen eine erschöpfende Behandlung des Gegenstandes von einem einzelnen noch nicht vorliegt, anderntteils aber die Intensität des Sonnenlichtes mit jeder Jahres- und Tageszeit variirt.

De Bary, Sarokin, Klein, Vines, Elfving führten ebenso wie Sachs und Brefeld Untersuchungen in verschiedener Beleuchtung aus. Namentlich letzterer zeigte die Wirksamkeit der stärker brechbaren Strahlen, durch seine Versuche mit den bekannten Lösungen von Kaliumbichromat und alkalischen Kupfersalzen.

Sachs hat bei seinen Versuchen gefunden, dass das Licht der ultravioletten, d. h. chemisch wirksamen Strahlen des Spektrums und die Dunkelheit von den Pilzsporen bei deren Keimung bevorzugt wird. Er hat zwar die Wirkung der Lichtentziehung zuerst durch einen Vergleich gemessen, dann aber und nachdem dies geschehen, an demselben Objekte den unmittelbaren Einfluss des Lichtes durch nachträgliche Beleuchtung zur Geltung gebracht.

In dieser Weise, schreibt er, konnte es wohl nicht geschehen, dass anderweitige Einflüsse, die immerhin bei den Culturen eintreten und an den

Pflanzen pathologische Erscheinungen herbeiführen, irrtümlich auf Rechnung des Lichtes gesetzt wurden.

Ich versuchte es ähnlich auch bei meinen Arbeiten, musste jedoch bald davon ablassen, denn, wenn die von mir angewandten Sporen keimten, so geschah dies meist plötzlich, oft über Nacht, und sie keimten dann, wenigstens was die Uredineen anbelangt, gewöhnlich nicht mehr viel nach, und so konnte z. B. bei den zum Vergleich im Dunkeln und später im Hellen gewesenen, eben so wenig später noch eine namhafte Keimung konstatiert werden, wie das bei den vom Hellen ins Dunkle gebrachten der Fall war.

Brefeld hat bei seinen jahrelangen Arbeiten auf diesem Gebiete seine Resultate dahin zusammengefasst, dass die vegetativen Zustände der von ihm untersuchten Pilze vom Lichte nicht beeinflusst werden, sie gedeihen, schreibt er in Heft VIII seiner Mycologie, im Finstern, wie im Lichte, dagegen ist das Licht und zwar das blaue Licht für die Anlage der Fruchtkörper und für deren normale Entfaltung bei Basidiomyceten Formen durchaus erforderlich.

De Bary, der den Einfluss des Lichtes auf die Keimung von Peronospora macrocarpa und infestans beobachtete, stellte dahingegen fest, dass im direkten Sonnenlichte nie eine Entwickelung vor sich gegangen wäre.

Duclaux, Arloing, Roux, Pancini, Marshauvard u. a. zeigten, dass das Licht einer der besten Bundesgenossen auch bei der Zerstörung Krankheit erzeugender Pilzbruten sei.

Sarokin wies nach, dass Mucor Mucedo keine Sporangien bildete im Tageslicht, während der Pilz im blauen, violetten und roten solche erzeugte.

Klein hat Untersuchungen im beständigen Licht angestellt und fand, dass die weniger brechbaren Strahlen des Spektrums die Bildung der Conidien beschleunigte, die stärker brechbaren dieselbe zurückhielt oder ganz verhinderte. Diese beiden Wirkungen würden nach seiner Meinung durch das Tageslicht ausgeglichen.

Vines glaubt hingegen, das Längenwachstum der Sporangienträger der Phycomyceten würde durch das Licht leiden.

Elfving nun hat nachgewiesen, dass das Licht auf seine Versuchspilze eine bestimmte formbildende Wirkung ausübt, wenn gleichzeitig auch im Pilz selbst gewisse Bedingungen, über welche er zur Zeit nichts aussagt (es werden wohl in erster Linie Nährbedingungen sein), vorhanden sind.

Pfeffer endlich schreibt noch vor wenig Jahren: (Pfeffers Pflanzenphysiologie, Seite 218, Kap. V) „Argumente, dass bestimmte Strahlengruppen, wenn sie isoliert zur Einwirkung kommen, direkt schädlichen Einfluss üben, bieten die bis dahin bekannten Thatsachen nicht.“

Wir werden sehen, dass ich auch durch meine Arbeiten diesen Befund bestätigen kann.

Ferner ist es Thatsache, dass die höheren Pflanzen es in der schwächer brechbaren Hälfte des Spektrums jedenfalls zu weit gehenderer Entwickelung und erheblicher Zunahme des Wachstums bringen.

Wie weit dies auch eventuell für sämtliche Pilzspezies zu verallgemeinern sein wird, wird durch weitere Versuche erörtert werden müssen.

Hier muss ich noch bemerken, dass fast sämtliche Autoren mit Phycomyceten und Autobasidiomyceten gearbeitet haben, Pilze, bei denen man die Versuche mit unbewaffnetem Auge verfolgen konnte. Bei den von mir zur Untersuchung gekommenen Pilzformen musste jedoch das Mikroskop ausschliesslich zur Anwendung kommen, was für die Controlle der Culturen bedeutend erschwerend war.

Methodisches.

Die Strahlen des von der Sonne zu uns gelangenden Lichtes sind von drei eigentümlichen von einander trennbaren Kräften begleitet, welche ihre Wirkung durch Lichteffekte, durch Wärmeerregung, sowie durch chemische Einwirkungen geltend machen. Diese Eigenschaften verteilen sich, nachdem man das Licht durch ein Prisma in seine Elemente, die Spectralfarben zerlegt hat, auf die verschiedenen Teile des Farbenspectrums in verschiedener Intensität.

Das rote Licht wirkt in vieler Beziehung anders als das blaue u. s. f. Die ultravioletten Strahlen verraten ihre Gegenwart durch bedeutende chemische Wirkungen, welche Eigenschaften der violette und blaue Strahl teilt. Ihnen kommt die schnellste Bewegung im Luftäther zu. Sie machen 667 Billionen Bewegungen in der Sekunde. Die übrigen Farben besitzen eine nur mässige chemische Einwirkung. Die roten und infraroten Strahlen verkünden ihr Dasein durch bedeutendere Wärmeentwickelung. Die gelben und grünen Strahlen zeichnen sich durch besonderes Leuchtvermögen aus. Die Intensität des Lichtes ist daher für Rot am stärksten, für Violett am schwächsten.

Nach Sachs kennen wir drei in ihrer physiologischen Wirkung wesentlich verschiedene Regionen des Sonnenspektrums.

Die gelben und benachbarten Strahlen bewirken bei den Chlorophyllpflanzen die Assimilation. Die blauen und sichtbaren violetten wirken als Bewegungsreize und die ultravioletten Strahlen erzeugen in den grünen Teilen die blütenbildenden Stoffe.

Infolge der Anregung meines hochverehrten Lehrers Herrn Professors Dr. Reess machte ich mir denn zur Aufgabe, die Keimung der Uredineen- und Ustilagineensporen in verschiedener Beleuchtung und im Dunkeln zu beobachten.

Es wurden daher von mir nebst dem zerstreuten Tageslicht noch das orangefarbene und das blaue Licht zu meinen Versuchen benutzt, weil diese Hauptfarben nach den bisherigen Erfahrungen die verschiedensten Einwirkungen auf die Vegetation ausüben. Andernteils entzog ich wieder den, zu den Versuchen angewandten Sporen jede Belichtung. Da, wie wir später sehen werden, eine deutliche Einwirkung der Lichtgegensätze zwischen hell und dunkel, orange und blau auf gleichartige Sporen des öfteren nicht bemerkt werden konnte, unterliess ich es, noch mehr Farben, d. h. die verschiedenen Strahlen des Spektrums einwirken zu lassen. Die Genauigkeit der Arbeit hätte zu sehr gelitten.

Wir haben es also hier mit der Entziehung einzelner Strahlen, bald der chemisch wirksamen, bald der Wärmestrahlen zu thun. Bald wurden den Sporen alle Strahlen entzogen, oder aber dieselben dem vollen Sonnenlichte ausgesetzt.

Die einzelnen Sporen wurden im sog. „hängenden Tropfen" angesetzt. In die Mitte des Deckgläschens brachte ich den mit meist mehreren Sporen gefüllten Tropfen mit Hilfe einer Oese aus Platindraht, welch letzterer vor und nach einer jeden Handhabung immer erst über der Gasflamme steril gemacht wurde.

Stets wurde darauf gesehen, dass, wenn auch mehrere Sporen in den Tropfen gekommen waren, dieselben doch möglichst isoliert, frei im Gesichtsfeld gelegen waren.

Ausserdem benutzte ich ein steril gemachtes Uhrglas, um die betreffenden Sporen mit der Nährlösung anzusetzen.

Wenn ich, wie ich öfters genötigt war, Teile ganzer Schnitte von Uredineen in den hängenden Tropfen bringen musste, so suchte ich dieselben vorsichtig, unter schwacher Vergrösserung isoliert, in das Uhrglas zu bringen. Aus letzterem wurden dann, meist viermal nacheinander, die hängenden Tropfen angesetzt und unter die einzelnen Glocken gebracht.

Die Strahlen des Tageslichtes liess ich durch eine gewöhnliche Wasserschicht auffallen, von der Stärke wie die der gefärbten, ca. $1^1/_2$ cm starken Lösungen war. Die Lösungen wie das Wasser befanden sich in doppelwandigen Glasglocken, wie sie unter dem Namen „Sachs'sche Glocken" bekannt sind. Dass ich Objektträger, Deckgläschen, Uhrglas, Messer zum Abschaben der Sporen, Platindraht etc. vor der jedesmaligen Benutzung durch Ausglühen, teils nach vorherigem Abwaschen mit Alkohol und

Aether steril machte, ist wohl als selbstverständlich anzunehmen.

Was meine Arbeiten in erster Linie sehr erschwerte, ist die schlechte Auskeimung namentlich der Uredineen, trotz der verschiedensten Nährlösungen.

So rasch und prompt vorzüglich in Nährlösungen die Ustilagineen auskeimten, so grosse Schwierigkeiten boten sich bei den Uredineen. Deshalb musste ich auf letztere weit mehr Zeit und Mühe verwenden, als auf die Ustilagineen.

Von ersteren sind bis jetzt nur wenige Kulturen bei künstlicher Ernährung bekannt. Die Keimschläuche selbst gehen auch bald zu Grunde. Kulturen, bei denen nochmals Fortpflanzungsorgane erzeugt werden, gelangen daher im hängenden Tropfen selten.

Die Uredineen bedürfen vor allen Dingen grosser Feuchtigkeit. Es ist ja bekannt, dass in feuchten Jahren der Rost in weit grösserer Anzahl auftritt als in trockenen.

Dies kommt hauptsächlich auch daher, dass die Chlorophyllpflanzen, durch den infolge des anhaltenden Regens bedingten trüben Himmel, nicht widerstandsfähig genug werden.

Der Raum, den der hängende Tropfen bietet, genügte meist in seiner Ausdehnung nicht, besonders wenn die Sporen durchaus in die Länge keimten.

So konnte ich oft die Bemerkung machen, dass die Keimung am Rande des hängenden Tropfens stockte. Von fünf gesuchten und bestimmten Uredineen konnte im Durchschnitt nicht mehr wie

eine zur Keimung gebracht werden. Diese Erfahrung des schlechten Auskeimens in künstlichen Nährmedien hat auch Thiele gemacht, er schreibt in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten von Sorauer:

„Es hat sich ergeben, dass der Nährwert eines Körpers von der Temperatur beeinflusst wird, so dass ein Stoff bei einer gewissen Temperatur noch ernähren kann, einige Grade höher oder niedriger nur geringe Entwickelung zulässt.“

Dementsprechend versuchte ich die Keimung durch eine Temperaturerhöhung zu erzielen, indem ich die feuchten Kammern einer constanten Temperatur von 30⁰ ununterbrochen aussetzte, annehmend, dass hier oder in unmittelbarer Nähe das Wachstums-Optimum liegen muss.

Der Erfolg blieb jedoch aus.

Als Nährlösung benutzte ich anfangs einprocentige Zuckerlösung, einprocentige Peptonlösuug, Pferdemistdekokt, dann die Flüssigkeit, die durch Auskochen der Blätter, auf denen gerade die Pilze vegetierten, erhalten worden waren und später Bierwürze. Sämtliche Lösungen wurden natürlich vorher im Koch'schen Dampftopf der Sterilisierung unterworfen. Ich liess über die gleiche Lösung an zwei Tagen, meist an einem Nachmittag und am andern Vormittag nochmals, jedesmal mindestens zwei Stunden lang erhitzte Wasserdämpfe streichen.

Die mit Watte geschlossenen Gläschen hielten sich, wenn sie nicht geöffnet wurden, alsdann unbegrenzte Zeit. Ich habe im Juni 1897 mit einer im Sommer 1896 sterilisierten und über ein Jahr

nicht geöffneten Abkochung der Blätter von Polygonum lapathifolium Kulturen angesetzt. Die Nährlösung zeigte sich vollständig keimfrei.

Die einmal zum Gebrauche geöffneten Gläschen wurden nach Entnahme von Flüssigkeit aus demselben vor dem weiteren Gebrauch immer wieder zwei Stunden lang den heissen Dämpfen ausgesetzt.

Für die Uredineen erschien mir das Dekokt aus dem Substrat die geeignetste Nährlösung, deren ich mich auch später fast ausschliesslich bediente, wenn ich auch manchmal aushilfsweise das relativ gleich gute Dienste thuende Pferdemistdekokt benutzte.

Carleton hat in seinen „Studies in the biology of the Uredineae", Notes on germination bot. Gazette, XVIII, p. 447—457 verschiedene Metallsalze, Alcaloide, Wein, Milch, Tannin als Nährlösung benutzt. Er giebt wohl an, welche Stoffe der Keimung direkt entgegen wirken, eine derselben jedoch besonders förderliche Nährlösung erwähnt er nicht.

Gerade diesem Umstande, — der schwierigen künstlichen Kultur, — schiebe ich das Misslingen der weitaus meisten meiner, mit Uredineen angestellten Versuche zu. Die wenigen gelungenen Keimversuche stehen in keinem Verhältnis zu der angewandten Mühe und Zeit.

Bei Puccinia fusca und Puccinia Poarum z. B. wurde hin und wieder nur ganz kurze Mycelbildung erzielt. Ich unterliess es natürlich, wie bei vielen anderen, meinen Beobachtungen Wert beizulegen, d. h. von der Erzielung derartiger mangelhafter Keimung Schlüsse zu ziehen.

Die Ustilagineen, die wie gesagt leichter keimten, zeigten ein in vieler Beziehung anderes Verhalten. Sie keimten in Wasser und in allen besseren Nährlösungen. Urocystis Anemones war die einzige Ustilaginee, die, obwohl frisch gesammelt, nicht zur Keimung gebracht werden konnte.

Für die Ustilagineen benutzte ich als einheitliche Nährlösung die von Brefeld und de Bary, später auch von Hansen angewandte, mit Citronensäure schwach angesäuerte Bierwürze, die sich hier besonders bewährt hat, nachdem sie für die Uredineen nicht als besser erkannt worden war.

Fehlerquellen.

Als grösste Fehlerquelle, der man das Erzielen so verschiedener Resultate über ähnliche Keimungsversuche zuschreiben dürfte, gilt wohl das Auftreten oder Ausbleiben von Propagationsorganen. Ich meine damit den Umstand, dass unter den Sporen, die ich zwar alle gemeinschaftlich aus einem Uhrglas unter sonst gleichen Bedingungen unter die verschiedentliche Beleuchtung gebracht habe, die einen derselben doch schon mehr oder weniger zur Keimung prädisponirt sind, als die anderen. Es können sich, wie gesagt, Sporen finden, die auch in unvorteilhafter Beleuchtung sofort zur Auskeimung kämen, und andere wieder, die unter vorteilhafter

Beleuchtung stehen, können trotz derselben noch lange nicht zum Auskeimen kommen. Hier kann ein Propagationsorgan vorherrschen, dort völlig unterbleiben. Dieser Umstand greift tief störend in die Beobachtungen ein. Um ihn einigermaassen, wenn auch nicht zu beseitigen, so doch die Verhältnisse etwas auszugleichen, nahm ich statt einer Spore im hängenden Tropfen aus den Sporen im Uhrglas mehrere, brachte diese dann möglichst isoliert unter je ein Gesichtsfeld und zog dann eventuell aus der Anzahl der in dieser oder jener Beleuchtung gekeimten Sporen einen Schluss, denn wenn ich nur eine Spore zu beobachten habe, so könnte ich ja gerade eine der Keimung ohnehin nahe Spore in schlechte Beleuchtung gebracht haben und trotzdem Keimung erzielen und umgekehrt keine Keimung bei vorteilhaftem Lichte respektive in der Dunkelheit erhalten, weil eben die Incubationszeit noch nicht so weit vorgeschritten war.

Ein scharfer Nachweis könnte meiner Ansicht nach nur dann gebracht werden, wenn ich mit einer und derselben Spore in allen Lichtsorten operieren könnte.

Der beste Beweis für das Gesagte ist, dass ich z. B. im Tageslichte unter ganz gleichen Bedingungen auf mehreren verschiedenen Objektträgern möglichst wenig Sporen der Keimung überliess. Unter dem einen Deckglas fand ich schon nach einem Tage eine Keimung, unter den anderen trat selbst nach längerer Zeit dieselbe noch nicht ein. Die Praxis zeigte ohnehin, dass bei den Uredineen

auch unter mehreren Sporen die Auskeimung von mehr als einer eine Seltenheit war.

Meine Resultate, die ich am Schlusse der Arbeit aufstellen werde, bleiben daher immer von oben genannten Gründen beeinflusst und ich erlaube mir nicht eine Beobachtung, wie z. B. die Bevorzugung des blauen Lichtes für die raschere Keimung bei den Uredineen aus den angezogenen Gründen, ohne Vorbehalt, als für diese ganze Familie sicher geltend, aufzustellen.

Stets habe ich bei meinen Arbeiten mich davor gehütet, wenn ich eine Zeit lang gleichkommende Resultate mit anderen Bearbeitern ähnlicher Themata gefunden habe, mich denselben ohne eine eingehende Untersuchung anzuschliessen, sondern ich war allzeit bestrebt, diese übereinstimmenden Resultate durch zahlreiche Versuche zu prüfen.

Weiter wurden die Versuche vielfach gestört, durch das Eintreten einer fremden Keimung. Zu meinem grossen Leidwesen nahm ich wiederholt das Auftreten eines Ascomyceten oder auch von sogenannter wilder Hefe wahr. Dass aus den Sporen, wie ich anfangs annahm, infolge ungünstiger Umstände Hefe erzeugt würde, ist ganz ausgeschlossen, nachdem erst neuerdings wieder die Bestrebungen von Johansen u. a., welche aus Aspergillussporen Entwickelung von Hefezellen beobachtet zu haben glaubten, glänzende Widerlegung gefunden haben.

Ich brauche wohl nicht besonders hier hervorzuheben, dass ich die Kulturen, in die sich trotz der peinlichsten Arbeit ein fremder Pilz eingeschlichen hatte, der weiteren Beobachtung entzog.

Um jedoch den äusseren Verhältnissen genau Rechnung zu tragen, verwarf ich auch mit der zufällig verunreinigten Kultur gleichzeitig sämtliche angesetzte Controllversuche in den verschieden gefärbten Glasglocken.

Wie gesagt, trotz des saubersten Arbeitens und der penibelsten Sterilisation aller Gerätschaften war oft das Auftreten genannter Fremdlinge nicht zu vermeiden. Sie hafteten eben schon an den in die Nährlösung gebrachten einzelnen Sporen, was bei dem untersuchten Material, besonders bei den reifen Uredineensporen, infolge ihrer unvermeidlichen Berührung mit der Luft leicht erklärlich ist.

Es musste deshalb durch Ansetzen möglichst vieler Kulturen dem Zufall überlassen bleiben, bis man eine reine brauchbare Aussaat bekam.

Wie oben bei fremder Keimung, verfuhr ich auch mit der Sporenserie, wenn ich den einen oder anderen hängenden Tropfen eingetrocknet vorfand. Ich schenkte allen keine Beachtung.

In den nun folgenden Kulturversuchen habe ich nur diejenigen angegeben, bei denen keine der genannten Störungen eingetreten waren. Daher ist es auch gekommen, dass ich über Accidium Berberidis, wovon ich die meisten Kulturen anlegte, verhältnismässig nur wenige Angaben machen konnte. Die dem Winde ihre Flächen so leicht bietenden grossen Aecidien zeigten sich am meisten mit fremden Pilzen behaftet.

Bekanntlich ist die Lichtintensität zu verschiedenen Jahreszeiten verschieden; auch ist sie zu verschiedenen Tageszeiten verschieden. Mittags

ist sie am stärksten und nimmt nach Morgen und Abend hin entsprechend ab. Ebenso ist die Temperatur zu den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten verschieden.

Diese Umstände, so namentlich die ungleiche Temperatur beeinträchtigen die Quantität der Resultate stark und bringen weittragende Unterschiede betreffs Stärke der Keimung hervor. Auf die Qualität der Resultate jedoch sind sie von geringem Einfluss, weil doch alle Sporen in gleicher Weise derartigen äusseren Zufällen preisgegeben sind.

Bei den im November und Dezember 1896 ausgesetzten Sporen hatte ich z. B. geringe Resultate. Die Lichtintensität war meist nicht genügend stark, Sporen zur Keimung zu bringen, und hauptsächlich fehlte die nötige Wärme, so auch bei Nacht.

Culturen.

A. Uredineen. (Rostpilze.)

Bei meinen Versuchen über Uredineen hoffte ich anfangs mit dem von Herrn Lehrer Sydow in Berlin mir gütigst übersandten Material Keimung zu erzielen. Sehr bald musste ich jedoch einsehen, dass mit derartigem Material keine günstigen Resultate zu erhalten seien und ich arbeitete daher in der Folge nur mit frischen Uredineen.

Carleton schreibt in den eingangs erwähnten Studies in the biology of the Uredineae, dass dieselben noch keimen, wenn sie einige Tage alt sind. Also auch er giebt zu, dass die Keimungsdauer eine sehr kurze ist.

Bevor ich die bekannten, feuchten Kammern ausschliesslich zu meinen Versuchen verwandte, versuchte ich mich für die Uredineen mit den Recklinghousen'schen feuchten Kammern. Glasröhren, in der Mitte zu einem flachen Behälter ausgeblasen. Die mir zu Gebote stehenden derartigen Gläser hatten aber einesteils den Nachteil, dass sie in der Mitte nicht gleichmässig eng ausgeblasen waren, so dass der hängende Tropfen nicht hier verblieb, sondern meist an den Wandungen herumschwamm, so dass ich die keimende Spore mit der Linse nicht richtig beobachten konnte. Zum andern hinderte die Grösse dieser Art feuchter Kammern sehr, da ich dieselben nicht unter meine Glasglocken bringen konnte.

Kulturversuche mit Uromyces Pisi.

Der Erbsenrost auf Pisum sativum und arvense, Vicia Cracca u. a., bildet rundliche, rotbraune Uredosporenhäufchen und ebensolche schwarzbraune Teleutosporenhäufchen, zerstreut auf Blättern und Stengeln. Auf den genannten Nährpflanzen kommt infolge des Generationswechsels, wie bekannt, kein Aecidium vor. Mit dem Erbsenrost steht das, wie Schröter bewiesen hat, auf Euphorbia Cyparissias häufige Aecidium Euphorbiae in Generationswechsel. Dadurch, dass das Mycelium einen ganzen ober-

irdischen Spross schon von dessen Jugendzustand an durchzieht, entwickeln sich die Blätter später in der bekannten abweichenden Form. Alle diese Blätter sind auf der Unterseite mit Aecidien besetzt.

Die Keimung der Aecidienspore geschieht durch Bildung eines langen Mycelschlauches und ev. Conidienabschnürung. (Siehe Fig. 1 und 2.)

Sämtliche Kulturen sind mit dem Dekokt aus dem Nährsubstrat angesetzt.

I. Kulturversuch vom 22. VI. 96.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	starke Keimung
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	—

II. Kulturversuch vom 22. VI. 96.

	Nach 6 Stunden.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	starke Keimung
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	—	starke Keimung
Dunkel	geringe Keimung	—

Kulturversuch vom 25. VI. 96.

	Zweiter Tag.	Sechster Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	Keimung	—
Dunkel	—	starke Keimung

Kulturversuch vom 2. VII. 96.

	Nach 2 Stunden.	Dritter Tag.	Fünfter Tag.	Zehnter Tag.
Tageslicht	—	—	geringe Keimung	—
gelbes Licht	—	—	—	starke Keimung
blaues Licht	starke Keimung	—	—	—
Dunkel	—	starke Keimung	—	—

Kulturversuch vom 4. VII. 96.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	starke Keimung
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 6. VII. 96.

Dritter Tag.

Tageslicht	—
gelbes Licht	starke Keimung
blaues Licht	—
Dunkel	—

Hier haben wir eine verschiedentliche Keimung. Dieselbe hat jedoch im blauen Licht am meisten stattgefunden. Nur der letzte Versuch gestaltete sich anders. Es ist hier jedoch die verzeichnete Keimung in gelbem Lichte auch nicht früher aufgetreten, als bei den anderen Versuchen unter blauer Beleuchtung. Die Keimung im Dunkeln herrscht ebenfalls vor. Im Tageslicht bleibt sie noch verhältnissmässig zurück.

Kulturversuch mit Puccinia coronata.

Der Kernenrost ist eine Art Getreiderost, die jedoch unter dem Getreide vielleicht auf den Hafer beschränkt ist, auf diesem aber sehr häufig allein, oder auch mit Puccinia graminis zusammen, den Rost bildet. Ausserdem befällt sie auch viele Gräser, wie Holcus lanatus, Lolium etc. De Bary hat das zu diesem Rost gehörige Aecidium in dem Aecidium Rhamni erkannt. Ich habe die Uredosporen auf Haferblättern in der Nähe von Erlangen gefunden.

Bei der Keimung bildet sich ein derbwandiges Mycel, das meist keulenartig endet. (Siehe Fig. 3.)

Sämtliche Kulturversuche sind mit dem Dekokt aus dem Substrat angesetzt.

Kulturversuch vom 24. V. 97.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	geringe Keimung

Kulturversuch vom 26. V. 97.

	Dritter Tag.	Sechster Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	geringe Keimung

Kulturversuch vom 28. V. 97.

	Vierter Tag.	Sechster Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 31. V. 97.
Dritter Tag.

Tageslicht	—
gelbes Licht	geringe Keimung
blaues Licht	starke Keimung
Dunkel	—

Kulturversuch vom 1. VI. 97.
Vierter Tag.

Tageslicht	starke Keimung
gelbes Licht	starke Keimung
blaues Licht	starke Keimung
Dunkel	—

Es muss hier auffallen, dass im blauen Lichte bei jedem Versuch eine Keimung erzielt wurde. Als nächst beste Beleuchtung erweist sich das gelbe Licht, während die Entwickelung im Tageslicht und diesmal auch im Dunkeln zurückbleibt.

Kulturversuch mit Puccinia graminis.

Als weiteres Versuchsobjekt schien mir das auf den Berberitzenblättern im hiesigen botanischen Garten vielfach vorgefundene, von Puccinia graminis erzeugte Aecidium geeignet.

Für Puccinia graminis ist es längst nachgewiesen, und namentlich de Bary hat die Kette des Generationswechsels dieses Pilzes durch seine Kulturversuche geschlossen, dass die Uredo- und Teleutosporen ausschliesslich auf Gramineen entwickelt werden. Die Uredospore pflanzt sich in stets gleicher Form auf den Gramineen fort und die Keimschläuche der Sporidien, welche aus den überwinterten Teleutosporen erzielt werden, dringen nur in die Blätter der Berberitze, Berberis vulgaris, ein, um sich hier zu dem Mycelium zu entwickeln, welches das in den Entwickelungsgang dieser Spezies gehörende Aecidium bildet. Die Keimschläuche der Aecidiumsporen erscheinen dann im Frühjahr wiederum auf Gräsern, um sich hier zu dem Uredo- resp. Teleutosporen tragenden Pilz zu entwickeln. Bei der Keimung bläht sich, ähnlich wie bei Uromyces Pisi, die gelbe Spore zuerst auf, bildet dann einen Schlauch, an dem die Conidien abgeschnürt werden. (Siehe Fig. 4.)

Die Kulturen wurden mit der Auskochung des Substrates (Berberis vulgaris) angesetzt.

Kulturversuche vom 23. VI. 96.

	Dritter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	—	mehrere Sporen gekeimt
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	mehrere Sporen gekeimt	weiteres Wachstum
Dunkel	mehrere Sporen gekeimt	—

Als ich am 29. VI. wieder nachsah, war der hängende Tropfen im Dunkeln eingetrocknet, weshalb ich meine Beobachtungen hiebei abschliessen musste.

Kulturversuch vom 4. VII. 96.

	Dritter Tag.	Siebenter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	mehrere Sporen gekeimt	weiteres Wachstum
Dunkel	—	—

I. Kulturversuch vom 6. VII. 96.

	5. Tag.	10. Tag.	15. Tag.
Tageslicht	—	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum	weiteres Wachstum
blaues Licht	Keimung	—	—
Dunkel	geringe Keimung	—	—

II. Kulturversuch vom 6. VII. 96.

	8. Tag.	9. Tag.	10. Tag.
Tageslicht	—	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—	weiteres Wachstum
blaues Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum	—
Dunkel	—	—	—

Kulturversuch v. 9. VII. 96 mit Peptonlösung.

	Fünfter Tag.	Siebenter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	langes Mycel gekeimt	—
Dunkel	—	—

Auch hier geht aus sämtlichen Kulturen die bevorzugte Keimung unter den chemischen Strahlen hervor. Unter diesen wurde überall eine Keimung erzielt, wenn auch im Tageslicht keine bemerkt wurde. Die Wärmestrahlen und die Dunkelheit entwickelten zwar auch eine Keimung, jedoch nie eine frühere, als unter dem blauen Lichte.

Kulturversuch mit Puccinia Malvarum.

Der Malvenrost befällt verschiedene Malvaceen, am meisten Malva silvestris, Althaea officinalis und die bei uns kultivierte Althaea rosea. Auf letzterer Pflanze fand ich auch den Pilz im botanischen Garten der Universität. Er bildet an der unteren, seltener an der oberen Seite der Blätter erhabene, anfangs rötlichbraune, später dunkelbraune Teleutosporenlager, welche auf der Blattmasse halbkugelig, auf den Nerven mehr länglich sind und auf der andern Seite des Blattes durch einen etwas vertieften, missfarbigen kranken Flecken bezeichnet sind. Der Parasit hat nur diese eine Generation. Nach Reess, und Magnus keimen die Sporen sogleich nach der Reife. Die Keimung geht vor sich, indem die

oberste der Teleutosporenzellen ein derbwandiges Mycel entlässt (siehe Fig. 5). Die Nährlösung bildete wieder das Dekokt des natürlichen Nährsubstrates.

Kulturversuch vom 10. V. 97.

	Fünfter Tag.	Sechster Tag
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	starke Keimung	—
blaues Licht	starke Keimung	—
Dunkel	—	starke Keimung

Kulturversuch vom 12. V. 97.

	Zweiter Tag
Tageslicht	starke Keimung
gelbes Licht	—
blaues Licht	—
Dunkel	schwache Keimung

Kulturversuch vom 14. V. 97.

	Zweiter Tag
Tageslicht	—
gelbes Licht	geringe Keimung
blaues Licht	—
Dunkel	—

Kulturversuch vom 18. V. 97.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	starke Keimung	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	—	geringe Keimung
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 20. V. 97.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	geringe Keimung	starke Keimung
gelbes Licht	—	geringe Keimung
blaues Licht	—	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 1. VI. 97.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	—	geringe Keimung
gelbes Licht	geringe Keimung	—
blaues Licht	—	—
Dunkel	geringe Keimung	—

Kulturversuch vom 2. VI. 97.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	geringe Keimung	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	geringe Keimung	starke Keimung
Dunkel	—	—

Hiebei beobachten wir eine stärkere Keimung auch im Tageslicht, während die bevorzugte Keimung im blauen Lichte nicht so stark in den Vordergrund tritt, wie bisher. Schwächer ist auch die Keimung im gelben Lichte, während im Dunkeln hier nur einmal eine starke Keimung auftritt.

Teleutosporen.

Kulturversuche mit Puccinia Aizoïdes.

Am Blütenstand von Draba Aizoïdes, welche Pflanze auf der alpinen Anlage des botanischen Gartens zu Erlangen kultiviert wird, hatte ich das Glück im Mai 1897 einen Pilz in Form von locker pulverförmigen, schwarzbraunen Häufchen zu bemerken. Bei der mikroskopischen Untersuchung erkannte ich Teleutosporen, welche unten am Stengel der Pflanze in anfangs kleinen, gegen den Blütenstand hin in grösser werdenden Längsrissen sitzen. Der Pilz soll nur in der Teleutosporenform vorkommen. Die Keimung entwickelt sich, indem die Spore ein hyalines Plasmodium bildet, aus dem dann noch eine oder zwei hyaline Schläuche hervorkommen.

Die Keimung in künstlicher Nährlösung ist durchgehends eine schwache gewesen.

Kulturversuch vom 18. V. 97.

	Dritter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	—	schwache Keimung
gelbes Licht	schwache Keimung	—
blaues Licht	—	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 24. V. 97.

Tageslicht	—
gelbes Licht	—
blaues Licht	—
Dunkel	starke Keimung

Kulturversuch vom 26. V. 97.

	Dritter Tag.
Tageslicht	starke Keimung
gelbes Licht	—
blaues Licht	—
Dunkel	—

Kulturversuch vom 1. VI. 97.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	—	—
Dunkel	schwache Keimung	weiteres Wachstum

Die bisherigen Kulturversuche waren mit der Nährlösung aus dem Dekokt des Substrates erzielt. Der nachfolgende, bei dem die allgemeine Keimung auch keine kräftigere war, ist mit Pferdemistdekokt angesetzt.

Kulturversuch vom 22. V. 97.

	Dritter Tag.
Tageslicht	—
gelbes Licht	mehrere Sporen, schwache, eine stärkere Keimung
blaues Licht	alles Sporen, schwache Keimung
Dunkel	einige Sporen, schwache Keimung

Bei diesen Kulturen könnte wieder die Keimung in der Dunkelheit eine etwas bessere genannt werden, während sie sonst eine gleichwertige zu nennen ist.

Die ausserdem mit den Teleutosporen gemachten, allerdings auch am Ende der Arbeit erst in Angriff

genommenen, vielfachen Versuche ergaben leider nicht die erhofften Resultate. Unter den gleichen Vorbedingungen behufs einer Reincultur (verschiedene, sterilisirte Lösungen, Temperatur etc.), wie sie bei den Aecidiensporen beobachtet worden waren, konnte ich auf solche Weise nur bei einigen wenigen überhaupt eine Keimung erzielen. Die mir zu Gebote stehenden Sporen waren nicht von mir gesammelt und hatten schon überwintert.

Ausser den oben erwähnten Sporen „Puccinia Aizoïdes" gelang es mir nämlich nicht, frische keimfähige Teleutosporen zu finden und die gelagerten waren, wie gesagt, schlecht zur Keimung zu bringen.

Ich sah mich daher genötigt, darauf zu verzichten, Angaben über den Einfluss verschiedenartigen Lichtes auf die Keimung derselben zu machen, ohne jedoch diese Sache, falls ich weiter Gelegenheit zum Sammeln und Ueberwintern frischen Materials haben sollte, ganz aus den Augen zu lassen.

Wenn wir nun die Resultate der Keimung in den verschiedentlichen Lichtstrahlen und der Dunkelheit zusammenfassen, so finden wir, dass eine direkte Beeinflussung der verschiedenen Lichtsorten kaum zu erkennen ist und dass es schwer ist, viel Gesetze über derartige Einflüsse aufzustellen. Die Keimung war eine zu mannigfaltige, und haben sich Beobachtungen, die vielleicht eine Zeit lang als vorherrschend hätten gelten können, nicht als durchgängig gleichmässig bei allen untersuchten Sporen ergeben.

Nur die bevorzugte Keimung im blauen Lichte war, ausgenommen bei Puccinia Malvarum, sonst

eine in die Augen springende, so dass ich immerhin nach diesen Ergebnissen das blaue Licht, als das für die Keimung der Uredineen günstigste bezeichnen möchte.

Ich muss hier nochmals betonen, dass ich bis zum letzten Momente bei meinen Arbeiten über die Uredineen, über die allgemein schlechte Auskeimung derselben zu klagen hatte, und so dürfte nach meinem Dafürhalten wohl in erster Linie das Fehlen einer geeigneten Nährlösung daran Schuld sein, nicht der Einfluss des Lichtes.

Was die Reproduktion von Fortpflanzungsorganen betrifft, so habe ich solche, falls ich dieselbe mit den Nährlösungen erzielen konnte, in jeglicher Beleuchtung und selbst nach tagelangem Aufenthalt im Dunkeln wahrgenommen. Bei Puccinia Malvarum konnte ich keine derartige konstatiren. Die Sporidienbildung soll nach Frank selten direkt nach der Keimung beginnen.

Vorzüglich entstand eine Conidienbildung bei genügender Grösse des hängenden Tropfens und natürlich bei absoluter Reinheit. Die von dem Fehlen einer geeigneten Nährlösung gemachte Behauptung gewinnt durch dies an Wahrscheinlichkeit, mehr aber noch durch den Umstand, dass wir oft im blauen und gleichzeitig im gelben Lichte Keimung erhalten haben, im Tageslicht, das aber beide Strahlen enthält, dagegen keine. Das Tageslicht steht durch die Vereinigung aller Strahlen in seinen Wirkungen gewissermaassen in der Mitte und hält den Ausgleich zwischen den beiden sonst so verschiedenen Strahlen, den blauen und den gelben.

B. Ustilagineen. (Brandpilze.)

Die Verbreitung der Brandkrankheiten im Pflanzenreich ist keine so weite, als die der Rostkrankheiten. Man kennt von ersteren jetzt ca. vierhundert Arten, von letzteren über tausend. Wie von den letzteren werden auch von den Brandpilzen vorzüglich die Gramineen befallen.

Nach ihren Fruchtträgern nehmen die Ustilagineen vor der Klasse der Basidiomyceten ihre natürliche Stellung ein, als Formen, in welchen die Ausbildung der Basidie beinahe, aber noch nicht ganz erreicht ist.

Sie keimen sehr rasch auf ihren Nährpflanzen und zehren oft die Fruchtknoten vollständig auf, wie bei den Getreidearten, wo oft statt derselben nur Pulverstaub zurückbleibt. Sie heissen daher Brandpilze, weil die Wirtspflanze verbrannt aussieht. In der Keimung drängt sich das Promycel schlauchförmig aus dem Spalt des Episporiums hervor und nimmt dann rasch im Längsdurchmesser zu. Im Promycel treten am häufigsten vier gleichmässig von einander entfernte Querbildungen auf, sowie grosse Vacuolen und laterale und terminale Conidien.

Die Notwendigkeit der Wasserzufuhr ist auch hier, wie bei den Uredineen evident und selbstverständlich. Aus dem Anschwellen der keimenden Spore, in dem Auftreten successiv wachsender Vacuolen ist ersichtlich, dass der Keimprozess mit Wasseraufnahme beginnt. Je nach Species- resp. Sporenform ist nun die Aufnahme von reinem Wasser

für die Keimung erforderlich, oder es muss dieses bestimmte Nährstoffe enthalten, oder sie erfolgt, wie bei den meisten in Wasser, wie in Nährlösung. Der grosse Mycologe Brefeld, der lange Jahre über die Ustilagineen gearbeitet hat, nennt seine Versuche dieser Art die mühevollsten, der bis dahin gemachten. Es hat sich aber auch schon bezüglich passender Nährlösungen, die die Keimung bevorzugen, sehr grosse Verdienste erworben. Bei meinen Arbeiten kamen mir Brefelds Erfahrungen sehr zu statten, und ich habe daher mit den Ustilagineen ein besseres Resultat erzielt, so dass ich z. B. jetzt bei diesen Versuchen sagen kann, dass sie in jeder Hinsicht die Mühen vergelten, die ich ihnen zu teil werden liess.

So langwierig und, wenn ich so sagen darf, so kümmerlich oft die Keimung der Uredineen vor sich ging, so viel Freude machten mir in dieser Hinsicht die Ustilagineen.

Ustilago longissima war die einzige, der anfangs von mir untersuchten Ustilagineen, die in reinem Wasser keimte. Ich nahm daher meine Zuflucht zu der von Brefeld empfohlenen Nährlösung der sterilisirten Auskochung der jeweiligen Nährpflanze, auf der die Ustilaginee gedieh, oder der von Pferdemist. Damit erreichte ich auch meinen Zweck, indem fast sämtliche von mir im hängenden Tropfen angesetzten Sporen in gewisser Belichtung zur Keimung zu bringen waren. Dann gebrauchte ich noch die eingangs schon erwähnte Bierwürze als Nährlösung und habe damit bei den Ustilagineensporen stets eine ganz bevorzugte Keimung erzielt. Ja letztere zeigten, wie die Versuche bestätigen

werden, nach Anwendung derselben ein vollständig anderes Verhalten.

Was von der Unreinheit der Sporen von den Uredineen gesagt ist, gilt auch, allerdings in beschränktem Masse, von den Ustilagineen. Letztere wurden im allgemeinen als reiner befunden.

Kulturversuche mit Tilletia Caries.

Der Steinbrand, Schmierbrand, Faulbrand, Faulweizen ist der schädlichste Brand auf Weizen, Spelz und Einkorn beschränkt, in den geschlossen bleibenden Körnern als ein schwarzbraunes, frisch wie Häringslacke riechendes Pulver, bei übrigens fast unveränderter Aehre, daher die kranken Pflanzen auf dem Acker nicht leicht zu erkennen sind. Ich fand den Steinbrand auf einem Weizenfeld in der Nähe von Erlangen. Die kranken Aehren bleiben mit den geschlossenen Brandkörnern bis zur Reife der Pflanze stehen. Nach Brefeld ist es die einzige Ustilaginee, die fertige Sporen bildet. Die Sporen sind kugelig, gezackt, verhältnissmässig gross. Das Exosporium blassbraun, mit stark ausgebildeten, netzförmigen Verdickungen. Brefeld erhielt bei der Keimung einen Keimschlauch und an diesem in der Luft die sogen. Kranzkörperchen. Letztere konnte ich nicht beobachten, weil die Sporen im hängenden Tropfen verblieben. Statt dessen bildete sich ein verschiedentlich langer Keimschlauch mit seitlichen Verzweigungen und Conidien. (Fig. 10.)

Die Kulturversuche sind mit Pferdemistabkochung angesetzt.

Kulturversuch vom 25. XI. 96.

	Zweit. Tag.	Dritt. Tag.	Sechst. Tag.
Tageslicht	—	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum	weiteres Wachstum
blaues Licht	—	Keimung	weiteres Wachstum
Dunkel	Keimung	—	—

Kulturversuch vom 1. XII. 96.

	Dritter Tag.	Vierter Tag.	Sechst. Tag.	Siebent. Tag.	Neunt. Tag.
Tageslicht	—	—	geringe Keimung	weiteres Wachst.	weiteres Wachstum m. Conidien
gelbes Licht	—	Keimung	weiteres Wachstum m. Conidien	—	—
blaues Licht	geringe Keimung	—	weiteres Wachstum m. Conidien	—	—
Dunkel	—	—	starke Keimung	weiteres Wachstum m. Conidien	—

Kulturversuch vom 7. XII. 96.

	Zweit. Tag.	Dritt. Tag.	Achter Tag.
Tageslicht	—	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum	ausgekeimt
blaues Licht	—	—	—
Dunkel	—	—	—

Kulturversuch vom 8. XII. 96.

	Zweit. Tag.	Dritt. Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	—	Keimung	—
gelbes Licht	Keimung	—	weiteres Wachstum
blaues Licht	geringe Keimung	—	—
Dunkel	—	—	—

Kulturversuch vom 14. VI. 97.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	Keimung	—

Tilletia Caries hat mit dem Pferdemistdekokt als Nährlösung vorherrschend in gelbem Licht gekeimt. Die Keimung in blauem Licht folgt im allgemeinen derjenigen im gelbem Lichte nach, während diejenige im Dunkeln und besonders im Tageslicht zurückbleibt.

Kulturversuch mit Tilletia Striaeformis.

Tilletia striaeformis auch de Baryana genannt, kommt auf verschiedenen Gräsern vor, Der Pilz zerstört die Blätter von Holcus mollis, Lolium perenne,

Bromus inermis und andere. Sein geruchloses Brandpulver bricht in langen, schmalen Längslinien aus den Blättern und Blattscheiden, wodurch dieselben verkümmern und gelb werden.

Die Sporen sind rund und stachelig, olivengrün. Ich verdanke dieses Material Herrn Lehrer Sydow in Berlin, der es mir im Mai 1896 frisch sandte. Im November 1896 und im Mai 1897 machte ich Kulturversuche damit und konnte beidemale noch Keimung erzielen. Bei der Keimung entsteht ein dünnes, durch dünne Wandungen geteiltes, meist sich verzweigendes Promycel. (Fig. 7.)

Kulturversuch v. 17. XI. 96 m. Pferdemistdekokt.

	Dritter Tag.
Tageslicht	—
gelbes Licht	—
blaues Licht	—
Dunkel	geringe Keimung

Kulturversuch v. 20 XI. 97 m. Pferdemistdekokt.

	Vierter Tag.	Sechster Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
gelbes Licht	—	—
blaues Licht	—	—
Dunkel	Keimung	—

Kulturversuch vom 21. V. 97 mit Bierwürze.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	Keimung	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—
blaues Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
Dunkel	sehr geringe Keimung	—

Kulturversuch vom 23. V. 97 mit Bierwürze.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	sehr geringe Keimung	—
gelbes Licht	—	geringe Keimung
blaues Licht	—	Keimung
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 25. V. 97 mit Bierwürze.

	Zweiter Tag	Dritter Tag
Tageslicht	—	starke Keimung
gelbes Licht	—	starke Keimung
blaues Licht	—	starke Keimung
Dunkel	—	—

Tilletia striaeformis zeigt, mit Pferdemistdekokt als Nährlösung angesetzt, eine sehr geringe Keimung,

fast nur auf die Dunkelheit beschränkt. Mit Bierwürze als Nährlösung angesetzt, wird die Keimung stärker, bleibt aber diesmal in der Dunkelheit zurück. So auffallend rasch und gleichmässig, wie bei den späteren Kulturversuchen, wie wir sehen werden, die Keimung wurde, ist sie hier noch nicht. Das mag seinen Grund darin haben, dass die Sporen doch schon ein Jahr alt waren.

Kulturversuch mit Ustilago longissima.

Im Sommer dürfte es schwer fallen, diesen Brand in den Blättern des Süssgrases (Glyceria aquatica, spectabilis, fluitans, plicata etc.) in langen parallelen Streifen, welche mit dem olivenfarbenen Brandpulver erfüllt sind, nicht anzutreffen. Die Halme platzen auf, wodurch die Blätter zerschlitzt werden und absterben und der Halm endlich verkümmert, ohne zu blühen.

Die kugeligen Sporen haben ein glattes, blass olivenbraunes Exosporium. Ich fand die Sporen auf Glyceria spectab. im botanischen Garten zu Erlangen. Die längst bekannte Keimung tritt rasch ein. Die Keimlinge, Fig. 8 a, b und c, von denen oft mehr wie einer aus einer Spore gebildet werden, stossen sich bald ab.

Ustilago longissima war wohl nebst Ustilago Carbo dasjenige von allen meinen Untersuchungsobjekten, mit dem ich den grössten und raschesten Erfolg erzielte. Sie keimt in jeder Nährlösung auch noch nach längerer Lagerung sicher.

Kulturversuch vom 15. VII. 96 in Wasser.

	2. Tag.	3. Tag.	7. Tag.
Tageslicht	starke Keimung	weiteres Wachstum	—
gelbes Licht	—	sehr geringe Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	starke Keimung	—	—
Dunkel	starke Keimung	weiteres Wachstum	—

Kulturversuch vom 15. VII. 96.
(Nährlösung, Dekokt aus dem Substrat.)

	2. Tag.	3. Tag.	8. Tag.
Tageslicht	starke Keimung	—	—
gelbes Licht	starke Keimung	—	—
blaues Licht	starke Keimung	—	—
Dunkel	—	geringe Keimung	weiteres Wachstum

Kulturversuch vom 21. VII. 96.
(Nährlösung, stärkeres Dekokt aus dem Substrat.)

	Dritter Tag.	Fünfter Tag.
Tageslicht	starke Keimung	—
gelbes Licht	sehr starke Keimung	—
blaues Licht	starke Keimung	—
Dunkel	geringe Keimung	—

Kulturversuch vom 18. V. 97.
(Nährlösung, starkes Dekokt aus dem Substrat.)

	2. Tag.	3. Tag.	4. Tag.	9. Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	weiteres Wachst.	—	—
gelbes Licht	starke Keimung	—	—	—
blaues Licht	starke Keimung	—	weiteres Wachst.	—
Dunkel	geringe Keimung	—	—	—

Kulturversuch vom 25. V. 97.
(Nährlösung, starkes Dekokt von Glyceria.)

	Zweiter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	starke Keimung	—
gelbes Licht	starke Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	starke Keimung	weiteres Wachstum
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 26. V. 97.
(Nährlösung, starkes Dekokt von Glyceria.)

	Dritter Tag.
Tageslicht	geringe Keimung
gelbes Licht	starke Keimung
blaues Licht	starke Keimung
Dunkel	—

Diese Kulturversuche zeigen so ziemlich eine allgemeine Keimung, auffallend ist nur die geringe Keimung im Dunkeln, die jedoch bei der Wasserkultur nicht bemerkt wurde.

Nachfolgende Kulturversuche sind mit Bierwürze angesetzt.

Kulturversuch vom 21. V. 97.

	Zweiter Tag.	Fünfter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	Keimung	Keimung mit Conidien
blaues Licht	Keimung	weiteres Wachstum
Dunkel	Keimung	weiteres Wachstum

Kulturversuch vom 29. V. 97.

	Zweiter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	weiteres Wachstum mit Conidienbildung
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum mit Conidienbildung
blaues Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum mit Conidienbildung
Dunkel	geringe Keimung	weiteres Wachstum mit Conidienbildung

Die beiden zuletzt erwähnten Kulturversuche mit Bierwürze als Nährlösung zeigen auch die Keimung im Dunkeln, und besonders der letzte war ein in jeder Beleuchtung dasselbe zeigender, exacter Versuch, der sich dann auch nochmals wiederholte.

Kulturversuch mit Ustilago antherarum.

In den Antheren verschiedener Caryophylleen wie Saponaria Officinalis, Silene nutans, Dianthus Carthusianorum, Melandrium album etc. findet man oft im Sommer ein lilafarbenes Pulver. Ich fand dasselbe in der zuletzt angegebenen Pflanze im botanischen Garten zu Erlangen. Die Keimung entwickelt sich wie bei allen Ustilagineen. Es bildet sich das meist kurze Promycel als Fruchtträger der zahlreichen Conidien, welch letztere sich rasch abstossen. Die Sporen verlieren bei der Keimung leicht ihre schöne Farbe und werden heller. Sonst zeigt das dictyodrome Exosporium dabei keine Veränderung. (Fig. 9.)

Kulturversuch vom 15. VI. 97.

(Nährlösung, Dekokt von Melandrium.)

	Zweiter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	—	geringe Keimung
Dunkel	geringe Keimung	—

Kulturversuch vom 16. VI. 97.
(Nährlösung, Dekokt von Melandrium.)

	2. Tag.	4. Tag.	6. Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	—	—
gelbes Licht	—	geringe Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	—	—	—
Dunkel	geringe Keimung	—	—

Kulturversuch vom 22. VI. 97.
(Nährlösung, Dekokt von Melandrium.)

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	starke Keimung	—
gelbes Licht	starke Keimung	—
blaues Licht	starke Keimung	—
Dunkel	—	geringe Keimung

Die Keimung im Tageslicht und im gelben Lichte ist wieder eine etwas bessere, als wie die im blauen Lichte und der Dunkelheit, wenngleich der Unterschied nicht ein so starker ist, wie bei Tilletia Caries. Die Kulturversuche mit Bierwürze ergaben auch hier sofort andere Resultate.

Kulturversuch vom 26. VI. 97.
(Nährlösung, Bierwürze.)

	Dritter Tag.
Tageslicht	starke Keimung
gelbes Licht	starke Keimung
blaues Licht	starke Keimung
Dunkel	starke Keimung

Nach diesem auffallenden Resultate der bevorzugten Keimung in Bierwürze setzte ich am 28. VI. 97 zwei Kulturversuche zu gleicher Zeit an, einmal mit Pferdemistdekokt, das andere Mal mit Bierwürze, um die Resultate miteinander vergleichen zu können.

Kulturversuch vom 28. VI. 97.
(Nährlösung, Pferdemistdekokt.)

	Zweiter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	—	geringe Keimung
gelbes Licht	sehr geringe Keimung	weiteres starkes Wachstum
blaues Licht	—	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 28. VI. 97.
(Nährlösung, Bierwürze.)

	Zweiter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	starke Keimung	—
gelbes Licht	starke Keimung	—
blaues Licht	starke Keimung	—
Dunkel	—	—

Der Unterschied war also wiederum ein ganz frappanter. Während im Pferdemistdekokt in verhältnismässig kurzer Zeit nur hin und wieder die Sporen völlig auskeimten, hat sich in Bierwürze in jeder Beleuchtung schon nach einem Tage eine exacte Keimung ergeben. Auffallen könnte höchstens, dass, wie bei Tilletia striaeformis mit Bierwürze, die Keimung im Dunkeln nicht jedesmal erfolgte. Einige ausschliesslich im Dunkeln mit Bierwürze angesetzte Versuche ergaben jedoch auch hier eine Keimung zur Genüge.

Die Keimung mit Pferdemistdekokt war keine so gute wie mit dem Dekokt aus dem Wirtssubstrat.

Kulturversuch mit Ustilago utriculosa.

Ustilago utriculosa (Caeoma utriculosa) kann man in den Blüten von Polygonum Hydropiper, lapathifolium, Persicaria, minus und aviculare finden. Das Mycelium wurde ausserhalb der Blüte nirgends gefunden. Dasselbe zerstört den Fruchtknoten mit Ausnahme der Epidermis, so dass er in ein violettbraunes Pulver zerfällt. Die Sporen sind klein,

dictyodrom, hellviolett. Ich verdanke dieses Material Herrn Lehrer Sydow. Er hatte mir es im Sommer 1896 gesandt und ich machte sowohl im November und Dezember 1896 als auch noch im Juni 1897 mit Erfolg Keimversuche. Bei der Keimung entwickelt sich ein auffallend langes Promycel, das sich teilt und runde, fast gleichgrosse Conidien abschnürt. (Fig. 10.)

Da die Keimung in Pferdemistdekokt eine sehr schlechte war, wandte ich anfangs ausschliesslich das Dekokt aus dem Substrat Polygonum lapathifolium als Nährlösung an.

Kulturversuch vom 13. XI. 96.

	2. Tag.	5. Tag.	6. Tag.	7. Tag.
Tageslicht	—	geringe Keimung	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—	weiteres Wachst.	—
blaues Licht	—	—	geringe Keimung	weiteres Wachst.
Dunkel	—	starke Keimung	—	—

Kulturversuch vom 17. XI. 97.

	2. Tag.	3. Tag.	4. Tag.	7. Tag.
Tageslicht	—	—	starke Keimung	—
gelbes Licht	—	—	—	starke Keimung
blaues Licht	geringe Keimung	weiteres Wachst.	—	—
Dunkel	—	—	—	—

Kulturversuch vom 20. XI. 96.

	4. Tag.	5. Tag.	6. Tag.	8. Tag.
Tageslicht	—	—	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—	—	—
blaues Licht	—	geringe Keimung	—	—
Dunkel	—	—	geringe Keimung	weiteres Wachst.

Kulturversuch vom 7. XII. 96.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	—	starke Keimung
Dunkel	—	starke Keimung

Kulturversuch vom 9. XII. 96.

	2. Tag.	3. Tag.	6. Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	weiteres Wachstum	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—	—
blaues Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum	weiteres Wachstum
Dunkel	—	starke Keimung	weiteres Wachstum

Kulturversuch vom 14. VI. 97.

	Dritter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	—	geringe Keimung
gelbes Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
blaues Licht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 17. VI. 97.

	Zweiter Tag.	Fünfter Tag.
Tageslicht	—	—
gelbes Licht	starke Keimung	—
blaues Licht	—	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 22. VI. 97.
(Nährlösung, Bierwürze.)

	2. Tag.	3. Tag.	4. Tag.
Tageslicht	—	geringe Keimung	—
gelbes Licht	—	—	starke Keimung
blaues Licht	geringe Keimung	—	—
Dunkel	geringe Keimung	—	stärkere Keimung

Ustilago utriculosa zeigte mit Pferdemistdekokt als Nährlösung fast keine Keimung und bewies auch mit Bierwürze als Nährlösung nicht die sonst bei den Ustilagineen übliche bevorzugte Keimung. Dasselbe Verhalten hatte auch Tilletia striaeformis gezeigt. Dies mag wohl daher kommen, dass ich bei beiden kein frisches Material hatte. Die Keimung war sonst im gelben und blauen Lichte vorherrschend.

Kulturversuche mit Ustilago Carbo.

Der Staubbrand, Flugbrand, Nagelbrand, Russbrand oder Russ, Ustilago Carbo (früher Uredo segetum, Uredo Carbo und Ustilago seget. genannt), ist die verbreitetste und gefährlichste Krankheit am Hafer, an der Gerste und am Weizen, ausserdem an vielen Futtergräsern. Die Körner scheinen wie verkohlt von den dichten Massen der schwarzen Brandsporen, welche sie ausfüllen und mit dem Aufbrechen der Körner leicht durch den Wind zerstäuben. Die Sporen selbst sind einzellig, nicht gezackt, kugelrund oder abgeplattet, von grünlicher Farbe. Aus denselben werden bei der Keimung kleine Fruchtträger getrieben, durch Scheidewände geteilt. An den Gliederzellen der Fruchtträger bilden sich durch Aussprossung an den Enden oder an den Scheidewänden Conidien aus. (Fig. 11.) Ich fand den Staubbrand wiederholt auf den Feldern in der Nähe von Erlangen, vorzüglich an der Gerste.

Ustilago keimte auch in Pferdemist. Die nachstehenden Versuche sind, soweit nichts anderes bemerkt, mit dem Dekokt der Gerste angesetzt.

Kulturversuch vom 31. V. 98.

	Dritter Tag.	Fünfter Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	weiteres Wachstum
gelbes Licht	starke Keimung	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	—

Kulturversuch vom 14. VI. 97.

	Zweiter Tag.	Vierter Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	—
gelbes Licht	starke Keimung	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	geringe Keimung	weiteres Wachstum

Kulturversuch vom 15. VI. 97.

	Zweiter Tag.	Dritter Tag.
Tageslicht	geringe Keimung	—
gelbes Licht	geringe Keimung	—
blaues Licht	geringe Keimung	—
Dunkel	—	geringe Keimung

Kulturversuch vom 17. VI. 97.
(Nährlösung, Bierwürze.)

Zweiter Tag.

Tageslicht	starke Keimung
gelbes Licht	starke Keimung
blaues Licht	starke Keimung
Dunkel	starke Keimung

Kulturversuch vom 18. VI. 98.
(Nährlösung, Bierwürze.)

Zweiter Tag.

Tageslicht	geringe Keimung
gelbes Licht	starke Keimung
blaues Licht	starke Keimung
Dunkel	starke Keimung

Ustilago Carbo zeigt, in Pflanzendekokt als Nährlösung, abermals eine bevorzugte Keimung in gelbem Lichte. Die Keimung im Tageslicht und blauen Lichte kommt sich gleich, während sie im Dunkeln zurücksteht. Mit Bierwürze angesetzt, wurde überall eine Keimung erhalten und zeigt somit Ustilago Carbo hierin eine Analogie mit Ustilago longissima und antherarum.

Wenn wir nun die Resultate für die Ustilagineen in Bezug auf die Keimung in verschiedenem

Licht und der Dunkelheit zusammenfassen, so muss es auffallend bleiben, dass sich, so lange ich nicht die überaus vorteilhafte Bierwürze als Nährlösung anwandte, in Nährlösungen wie Pferdemistdekokt und Dekokt aus dem jeweiligen Substrat die bevorzugte Keimung im gelben Lichte wie ein roter Faden durch alle Kulturversuche zieht. Bei frischen Sporen vermag eine gute Nährlösung, als welche schwach angesäuerte Bierwürze bald erkannt wurde, dieses Resultat vollständig umzustossen. Dass bei gelagerten Sporen, wie Ustilago utriculosa und Tilletia striaeformis die Bierwürze keine allgemeine Keimung mehr erzielen konnte, liegt, wie schon früher erwähnt, wohl an der geringen Incubitationsfähigkeit solcher über ein Jahr alter Sporen.

Was die Fortpflanzungsorgane betrifft, so musste ich auch bei den Ustilagineen bald erkennen, dass der Einfluss des Lichtes hiemit in keinem Zusammenhang steht. Wo ich eine normale Keimung fand, es sei im gelben Lichte, oder im Dunkeln, im Tageslicht oder unter den blauen Strahlen, bildeten sich auch alsbald und meist zugleich Conidien aus. Eine Vergeilung, von der Brefeld spricht und wie sie die Figuren 8 d und 11 c zeigen, fand ich nur immer dann, wenn Einflüsse anderer Art mit im Spiele waren. So immer, wenn die Luft mangelhaften Zutritt hatte, was dann der Fall war, wenn das Paraffin, das ich, um der Luft den nötigen Spielraum zu lassen, an den vier Ecken des Deckgläschens zwischen diesem und dem Objektträger zugefügt hatte, sich verflüssigte oder aus anderen Gründen zusammengelaufen war, so durch Druck

und auf diese Weise dann den hängenden Tropfen von der Luft abschloss. Ausserdem traf ich noch solche lange, ohne Querwände geteilte und ohne Conidien versehene Promycele bei allzu kleinem hängenden Tropfen etc. So kann ich denn im Rückblick auf die stete Wiederkehr gewisser Beobachtungen folgende Sätze, teils für beide Familien geltend, teils für nur eine Familie zutreffend aufstellen:

Zusammenfassung der Resultate.

I. Die Keimung und Entwicklung der Uredineen und Ustilagineen hängt in erster Linie von dem Vorhandensein einer guten Nährlösung ab und ist nur bei mangelhafter Nährlösung dem Einfluss des Lichtes unterworfen.

II. Als gute, d. h. die Keimung wesentlich fördernde Nährlösung für die Ustilagineen, wurde mit Citronensäure schwach angesäuerte Bierwürze erkannt.

III. Für die Uredineen konnte keine der angewandten Nährlösung als besonders gute erkannt werden.

IV. Die Uredineen zeigen bei mangelhafter Nährlösung (Pflanzendekokt, Pferdemistdekokt, Bierwürze) eine bevorzugte Keimung unter blauem Lichte.

V. Bei den Ustilagineen herrschte bei mangelhafter Nährlösung (Pferdemistdekokt, (Pfanzendekokt) die bevorzugte Keimung unter den Wärmestrahlen wesentlich vor.

Versuche mit Röntgenstrahlen.

Im physikalischen Institute des Herrn Professor Dr. Wiedemann wurde mir erlaubt, die Einwirkung von Röntgenstrahlen auf Uredineen- respect. Ustilagineensporen zu prüfen.

Ich unterwarf die Sporen von Aecidium Berberidis, Uremyces Pisi und Ustilago longissima der Einwirkung genannter Strahlen und zwar so, dass ich morgens und nachmittags je drei Stunden die im hängenden Tropfen befindlichen Sporen der Einwirkung der Kathodenstrahlen überliess, indem ich die feuchten Kammern direkt unter die Vacuumröhre nach Röntgen stellte.

Das Zimmer, in dem ich die Versuche machte, wurde dem Einfluss des äusseren Sonnenlichtes natürlich verschlossen. Als Objektträger bediente ich mich hiebei solcher, die gleichzeitig etwas Wasser enthielten. Es waren dies viereckige Glasplatten, auf die scheibenförmige dicke Glasscheiben mit Harz befestigt waren, wie Fig. 13 zeigt. Die Glasscheiben hatten in der Mitte eine runde Oeffnung, auf die genau das mit dem hängenden Tropfen versehene Deckgläschen angebracht werden konnte. Die obern Ränder dieser Oeffnung standen etwas vor, so dass darunter etwas Flüssigkeit Platz hatte, die bewirkte, dass der hängende Tropfen, dem Licht so nahe, nicht vertrocknete.

Die Versuche ergaben, dass die Uredineen, Aecidium Berberidis und Uromyces Pisi keimten, so rasch wie im blauen Lichte.

Ustilago longissima zeigte sich auffallender Weise diesmal in Ruhe bleibend und konnte selbst bei wiederholtem Versuche nicht zur Keimung gebracht werden. Es wäre mir sehr interessant gewesen, die erhaltenen Resultate auf ihre Stichhaltigkeit zu prüfen, allein es hat sich ergeben, dass die bezeichnete Röhre auf die Dauer solch anhaltendem Gebrauche nicht Stand hielt. Sie wurde porös und musste durch eine neue ersetzt werden, wodurch leider die Versuche abgebrochen werden mussten.

Beschränkte Lichtzuleitung.

Bei meinen Versuchen kam ich auf den Gedanken, ob wohl die keimenden Sporen, wenn man ihnen nur an einer Seite Licht zulassen würde, ihre Promycele nach dieser Seite hin entwickeln würden.

Ich brachte die Sporen von Ustilago utriculosa und Tilletia Caries versuchsweise im hängenden Tropfen unter einen mit schwarzem Papier so verklebten Kasten, dass nur auf einer Seite in der Mitte durch ein circa 3 cm grosses Loch Licht zufallen konnte. Die Sporen keimten, entwickelten aber ihre Promycele nach allen Seiten hin, womit erwiesen ist, dass das Licht auch auf die Wachstumsrichtung des Promycels keinen Einfluss hat, ebensowenig die Sporen veranlassen hann, an einer bestimmten Stelle auszukeimen, die z. B. dem eindringenden Lichte zu- oder abgewandt wäre.

Frost.

Möglich ist es, dass die Sporen gegenüber der vegetativen Zelle deshalb meist durch eine derbere

Membran geschützt ist, um dadurch grössere Widerstandsfähigkeit gegenüber lebenzerstörenden Stoffen, als auch Kälte und extremen Temperaturen, denen sie ja häufig ausgesetzt ist, zu besitzen; so liegt der Gedanke nahe, den Einfluss der Kälte auf die Sporen zu prüfen. In der Litteratur finden sich ja überdies häufig Angaben, dass Temperaturschwankungen die Verbreitung des Rostes fördere. Eriksson hat (Prometheus No. 358 S. 733) schon über die Förderung der Pilzsporenkeimung durch Kälte geschrieben. Er fand bei einigen Uredineen eine auffallende Steigerung der Keimfähigkeit.

Die Versuche, die ich machen konnte, erbrachten gewiss nicht das Gegenteil dieser Behauptungen, wenn auch für die Ustilagineen ein längeres Einwirkenlassen von Frost oder gar ein Gefrierenlassen der Ustilagineensporen denselben, wenigstens so weit ich solche untersucht habe, alle Keimfähigkeit benimmt.

Für die Uredineen, so für Aecidium Berberidis mögen die Behauptungen Erikssons stimmen. Von den Ustilagineen hatte ich im Winter Urocystis Anemones, Tilletia Caries und Ustilago utriculosa in Nährlösungen drei Stunden lang dem vollständigen Gefrieren anheim gegeben. Die Sporen zeigten, nachdem sie aufgethaut und im hängenden Tropfen angesetzt waren, absolut nicht die geringste Fähigkeit zu keimen.

Da ich mir dachte, die Keimung dürfte wohl zurückgeblieben sein, weil die Kälte zu lange dauerte, stellte ich später Objektträger, die im hängenden Tropfen Urocystis Anemones, Ustilago utriculosa und

Ustilago longissima enthielten, nur eine halbe Stunde auf Eisstücke. Gleichzeitig hatte ich dieselben Sporen bei gewöhnlicher Temperatur angesetzt. Ustilago utriculosa und Ustilago longissima zeigten, sowohl die auf Eis gestandenen, als die in gewöhnlicher Temperatur verbliebenen, gleichzeitig eine Keimung, während die der Keimung sonst so hartnäckig widerstrebende Urocistis Anemones, auf Eis gestellt, einen Tag später farblose, breite Promycelien zu bilden bestrebt war.

Hefe.

Wie ich eingangs erwähnte, habe ich bei meinen Kulturen trotz sorgfältiger Sterilisation der Instrumente und Nährlösungen im Sommer 1896 leider die Bemerkung machen müssen, dass sich häufig, besonders aber im Tageslicht und unter den Wärmestrahlen sogen. wilde Hefe eingeschlichen und gesprosst hat. Ich hielt es für Torulaarten und den als Hauptvertreter der wilden Hefen bekannten Saccharomyces Pastorianus I.

Durch meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Reess wurde ich nun darauf aufmerksam gemacht, die Sprossungsfähigkeit der Hefe im Tageslicht und den Wärmestrahlen im Vergleich zu der im Dunkeln und blauen Lichte zu beobachten.

Für diese Versuche wurde mir aus der nahe gelegenen Brauerei Reif eine obergährige Brauereihefe in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt. Es war dies eine verhältnismässig reine Presshefe, in der man wesentliche morphologische Unterschiede der Einzelzellen, mit Ausnahme der

verschiedenen Grösse derselben nicht zu erkennen vermochte.

Da die in meinen Kulturen gefundene Hefe natürlich keine reine, mehrmals umgezüchtete Hefe war, genügte mir beschriebene Brauereihefe zu meinen Versuchen vollkommen.

Ich versuchte meine Hefe zuerst in Nährgelatine zur Sprossung zu bringen, welcher Versuch mir aber misslang, hauptsächlich wohl darum, weil ich die Hefe durch Umzüchten nicht an Nährgelatine gewöhnt hatte.

Nun versuchte ich mit Nährlösungen im hängenden Tropfen zu operieren. Es waren dies teils einprocentige Zucker-, teils Glycerinlösungen etc. Die daraus erhaltenen Resultate waren langwierige und schwache. Mit einprocentiger Glycerinlösung vom 6. V. 97 hatte ich erst am 17. und zwar im Tageslicht eine Sprossung erzielt. Ich griff daher zu sterilisiertem Hefenwasser und erhielt damit eine rasche und exacte Sprossung.

Die Resultate waren folgende:

„Im Tageslicht und gelbem Lichte erhielt ich mit Hefenwasser vom 12. V. 97 am 17. V. eine Sprossung. Im blauen Lichte und im Dunkeln hatte zu dieser Zeit noch nichts gesprosst.

Vom 14. V. 97 mit Hefenwasser angesetzt, erhielt ich am 17. im Tageslicht schwache Sprossung. Der hängende Tropfen im gelben Lichte war diesmal leider eingetrocknet. Im blauen Lichte und im Dunkeln wurde nichts gemerkt, trotzdem der hängende Tropfen unversehrt geblieben war.

Bei den Kulturversuchen vom 17. V. 97 ergab sich plötzlich, dass sämtliche vier Kulturen am 18. V. schwache Sprossung zeigten, die Zellen im gelben Lichte hatten sich sogar entschieden noch in grösserer Anzahl vermehrt. Dieselben Kulturversuche vom 17. V. 97 zeigten am 20. in jeder Beleuchtung eine starke Sprossung.

Bei den Kulturversuchen vom 24. V. 97. erhielt ich am 25. V. eine gleichmässige geringe Sprossung. Am 26. V. war in allen vier hängenden Tropfen die Sprossung eine gleichmässig starke.

Die Kulturversuche vom 25. V. 97 ergaben am 26. V. mit Ausnahme der Kultur im gelben Licht eine gleichmässige schwache Sprossung. Am 28. V. zeigten wieder sämtliche Kulturen gleichmässig eine zahlreiche Vermehrung der Zellen."

Bis zum 18. V. hatte im allgemeinen eine niedrige Temperatur geherrscht (ca. 15°). Vom 18. V. ab stieg dieselbe, und so ist auch das Erzielen anderer Resultate von diesem Zeitpunkt ab erklärlich. Es wurde von nun an auch im Dunkeln und im blauen Lichte eine Sprossung gleich der in anderer Beleuchtung erzielt. Es dürfte daher vielleicht anzunehmen sein, dass die bevorzugte Sprossung der Hefe namentlich in gelber Beleuchtung bei niedriger Temperatur deshalb entstand, weil eben die Wärmestrahlen ersetzten, was an der Aussentemperatur fehlte. Nachdem letztere dem Temperaturoptimum näher kam, konnte ich keine Unterschiede mehr konstatiren.

Die Eigenschaft der Hefe, im gelben Lichte bei niedriger Temperatur rascher zu sprossen,

entspräche der Eigenschaft der Ustilagineen bei schlechter Nährlösung im gelben Lichte rascher zu keimen. Die Uredineen zeigten das letztere Verhalten nicht. Auch deshalb könnten sich die Ustilagineen gleich den Hefepilzen als noch niedere Pilze charakterisieren, während die Uredineen, wie dies ja auch als „echte Basidien" in der That der Fall ist, eine höhere Stufe einnehmen.

Es dies ein Resultat, was auf aufmerksame Beobachtung gegründet ist und nicht besser hätte eintreten können, selbst wenn der Wunsch der Vater des Gedankens gewesen wäre, allein die bevorzugte Sprossung der Hefe, namentlich in gelbem Lichte bei niederer Temperatur, war eine zu stark in die Augen tretende.

Ich habe später auch in der feuchten Kammer wiederholt einer Temperatur einesteils von circa 30°, anderenteils in einer solchen von 23—25°, Hefezellen ausgesetzt. Die Zellen, die bei 30° angesetzt waren, kamen nicht zur Sprossung, sondern zeigten eine auffallende Schlaffheit gegenüber denjenigen in der Temperatur von 23—25°.

„Lohmann" hat in seiner Rostocker Dissertation über den Einfluss des itensiven Lichtes auf die Zellteilung von Saccharomyces cerevisiae u. a. auf Seite 12 das Ergebnis der Untersuchungen über Hefesprossung von Kny angegeben und schreibt:

„Das Ergebnis von sämtlichen acht Versuchen war, dass bei drei Versuchen die Vermehrung der Zellen unter der dunklen Glocke, bei **fünf** dagegen unter der hellen eine stärkere war, dass aber die Verschiedenheiten in dem Zahlenergebnis sich in der

Gesamtsumme ziemlich genau ausgleichen würden, so dass bei mässigem Lichte die Zellteilung von Saccharomyces mit gleicher Lebhaftigkeit stattfindet, wie im Dunkeln.

Später hat er selbst mit in Gelatine und Agar hergeführten Hefearten gearbeitet und hat beim Vergleich der belichtet und dunkel erzeugten Sprossung Resultate, von denen z. B. einmal belichtet die Sprossung im Mittel 7,55, das andere Mal im Dunkeln im Mittel 8,06 ergibt.

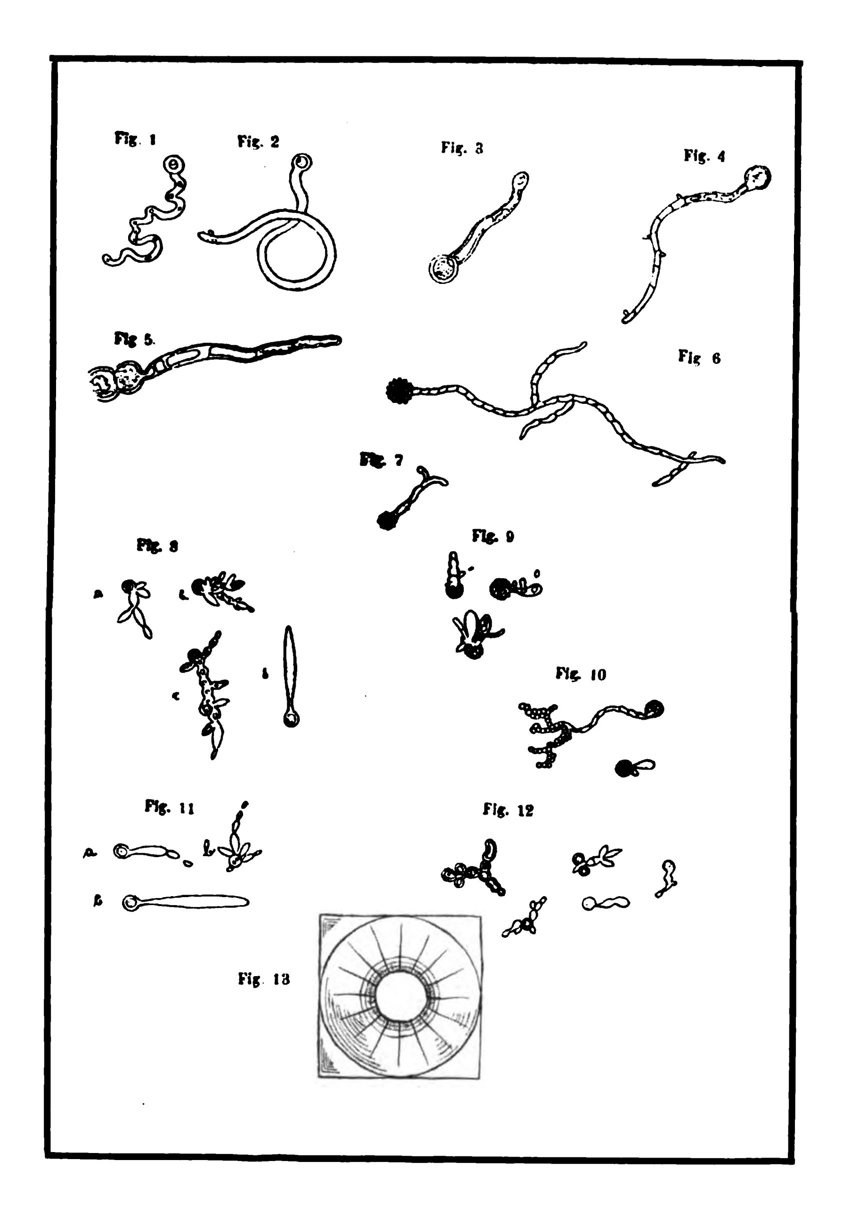
Bei der Zusammenstellung aller Resultate sagt er am Schlusse seiner Arbeit selbst, dass der Erfolg den Erwartungen nicht entsprochen habe, für einige Hefearten, wenn auch für elektrisches Licht geltend. Trotz der minimalen Resultate, die er und Kny bei Belichtung der Hefezellen im gewöhnlichen Tageslicht erhalten haben, spricht er davon, dass das zerstreute Tageslicht schwach retardierend auf die Hefezellen wirke.

Da genannter Herr mit so und so oft umgezüchteter Hefe gearbeitet hat, bei welcher Anpassung die Hefe an Nährlösung und Gelatine etc. von ihrem sonstigen Verhalten etwas eingebüsst haben kann, könnten dessen Erfolge, wenn bei einem so geringen Unterschied, wie dem angegebenen überhaupt von einem solchen die Rede sein kann, für meine Ergebnisse irrelevant sein.

Indem ich hiemit meine Versuche beendige, sehe ich mich veranlasst, Herrn Professor Dr. Reess, Direktor des botanischen Instituts der Universität

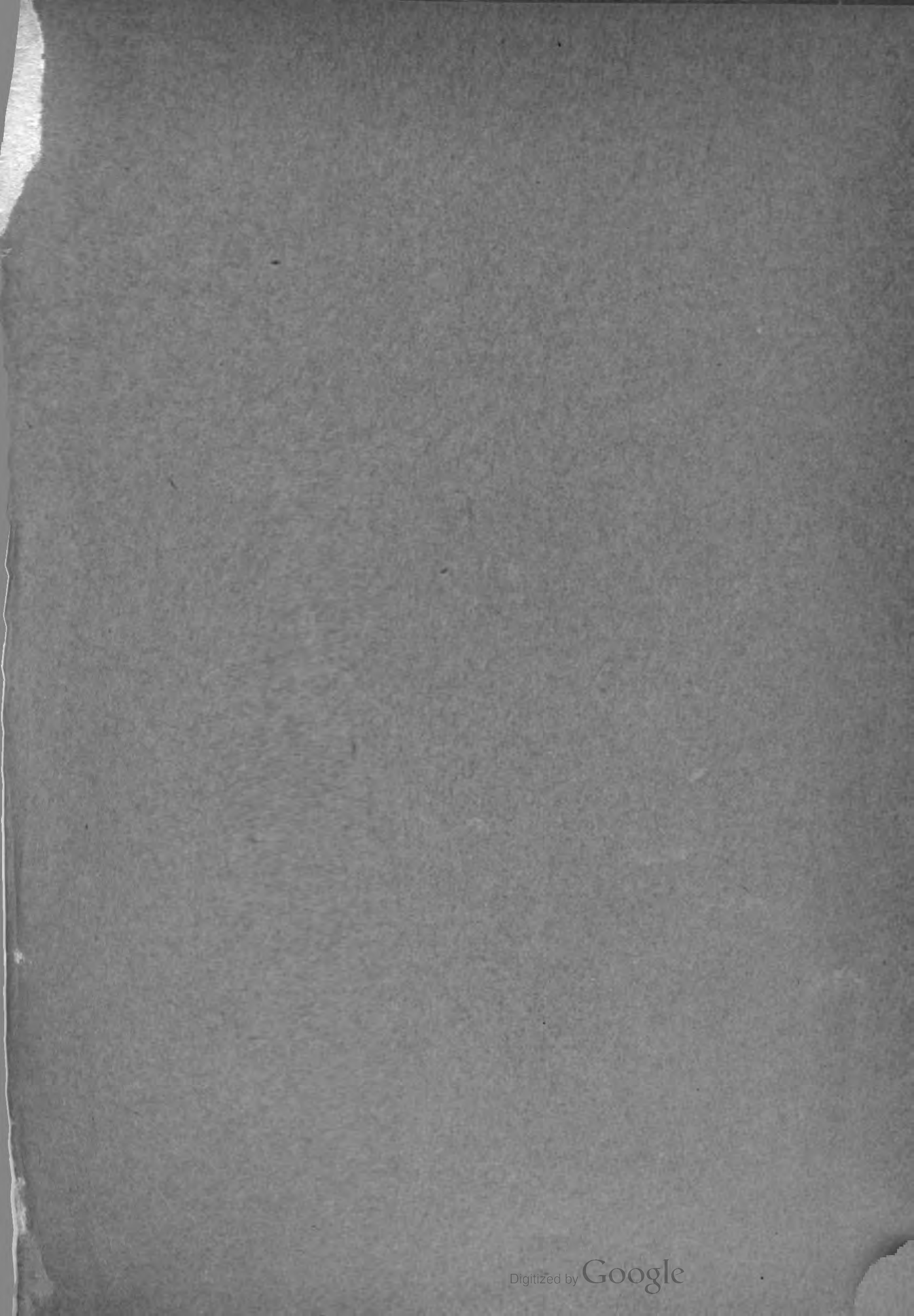


Erlangen für die zahlreichen Winke und Belehrungen, die derselbe mir bei meiner Arbeit hat zu teil werden lassen, herzlichen und verbindlichen Dank zu sagen. Ebenso bin ich Herrn Professor Dr. Wiedemann, der mir die Röntgenversuche gestattete und Herrn Dr. Becker, derzeitiger Assistent am botanischen Institut für manche Aufklärung Dank schuldig.

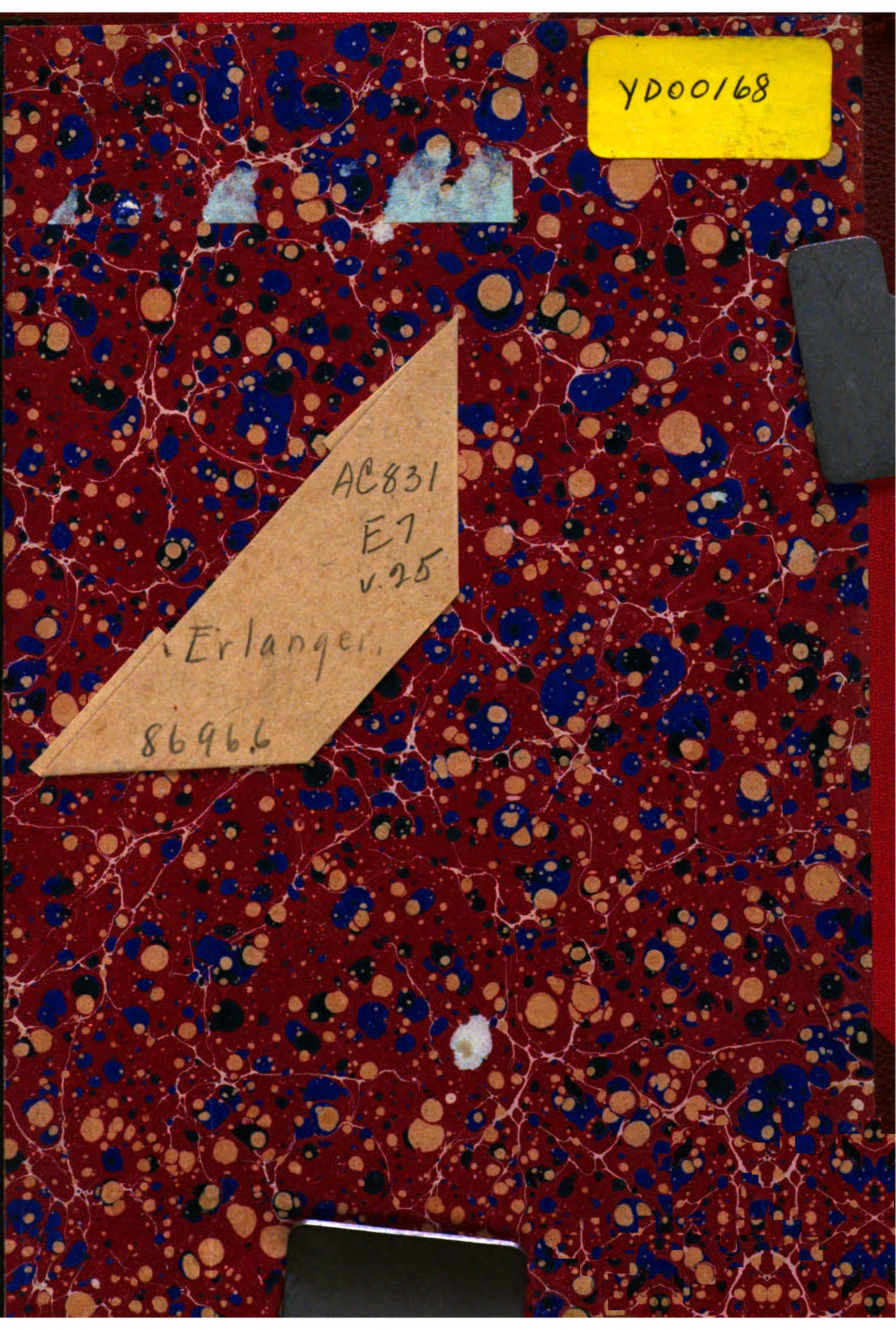

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13

Curriculum Vitae.

Friedrich Zanzinger, evang., heimatberechtigt zu Aschaffenburg, geboren zu Amberg am 9. Juli 1868 als Sohn des damaligen K. Majors Christian Zanzinger und dessen Ehefrau, Marie geb. Fichtel, widmete sich nach Besuch des Gymnasiums zu Aschaffenburg dortselbst in der Löwenapotheke der pharmazeutischen Laufbahn. Nach beendigter Lehrzeit und Ablegung der Apothekergehilfenprüfung zu Würzburg, genügte er der gesetzlich vorgeschriebenen dreijährigen Servirzeit in Apotheken zu Pfersee-Augsburg, Tegernsee, Berlin N. und Niederrad-Frankfurt a. M. Im Jahre 1893 begann er seine Studien an der Hochschule in Würzburg, setzte dieselben mit Beginn des Sommersemesters 1894 an der Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen fort, um im darauffolgenden Jahre sich daselbst der pharm. Approbationsprüfung zu unterziehen. Ein daran anschliessendes weiteres Studium am botanischen Institute zu Erlangen, gab ihm Gelegenheit zur Ausführung vorliegender Arbeit und zur Unterziehung der am 31. Juli 1898 stattgehabten Promotion.


Digitized by Google




YD00168
AC831
E7
v.25
Erlanger.
86966

